

# PENDETEKSIAN GELOMBANG ABNORMAL PADA HASIL REKAMAN ELEKTROENSEFALOGRAFI KASUS EPILEPSI DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SPECTROGRAM*

Siswandari Noertjahjani <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Semarang

## ABSTRACT

*The application of a digital signal processing to EEG waves is to acquire the shapes of the respective autocorrelation and power spectral density functions, as well as to find the parameters values of the associated specific waves understood as “spikes” and “sharps”.*

*Based on a sufficiently large number of patients with a variety of symptoms, we expect to draw some consistent and distinct relations between the specific forms of the autocorrelations as well as the power spectral densities and their associated diagnostic aspects.*

*The acquired parameters values of the “spikes” and “sharps” are intended to establish a procedure to determine or classify the respective phenomena, automatically with a computer.*

*The research carried out so far was to find the prospect of this digital signal processing on EEG waves to support the doctors’ work in this field.*

**Keywords :** EEG, spikes, sharps.

## 1. PENDAHULUAN

Salah satu cara untuk menginterpretasikan isi informasi atau pesan yang disampaikan isyarat suara (termasuk isyarat natural) adalah dengan mengukur amplitudo, frekuensi, dan fase yang terdapat dalam segmen waktu isyarat yang pendek (Oppenheim et.al,1994).

Salah satu isyarat natural lainnya adalah Elektroensefalogram (EEG) yang menyediakan informasi tentang aktivitas otak yang merupakan contoh isyarat pembawa informasi yang tersusun sebagai fungsi variabel bebas, sebut saja waktu. Pada umumnya untuk menganalisis suatu

bentuk gelombang atau sebuah isyarat yang mempunyai persamaan waktu selalu dirujuk metode Fourier Transform sebagai metode analisis, tetapi dengan metode ini bentuk gelombang yang akan dianalisis haruslah stabil dan idealnya diketahui dari waktu takterhingga lampau sampai takterhingga kelak. Oleh karena itu, terhadap konsep *running spectrum* akan menjadi tidak sempurna jika diterapkan dan memerlukan asas *windowing* untuk analisis gelombang pendek. Untuk itu perlu dipakai autokorelasi sebelum signal EEG di *Fast Fourier Transform* (FFT). Autokorelasi dimaksudkan untuk melihat keterhubungan dalam suatu runtun data dan antara suatu

data dengan data tetangganya baik sebelum maupun setelahnya. Keterhubungan itu dieksploitasi dengan menggunakan autokorelasi, karena keluaran dari autokorelasi itu menggambarkan bagaimana keterhubungan antar data atau seberapa dekat data itu berhubungan yaitu bagaimana relasi antara data dengan data sebelumnya dan suatu data dengan sesudahnya. Hal ini sangat cocok untuk pendeteksian gejala epilepsi.

Bila terdapat gelombang paku (*spike*) dengan frekuensi tinggi dan beramplitude lebih dari 100  $\mu$ V, maka ini merupakan gelombang abnormal dan didapatkan pada gejala epilepsi. Beberapa kelainan EEG tampak khas untuk epilepsi, selain gelombang paku atau kombinasi gelombang paku lambat (*spike-wave complex*) beramplitude tinggi yang timbul secara paroksismal yang merupakan gambaran khas EEG pada waktu *interictal* (Hui Lim Shih, 2003). Sayang sekali jarang diperoleh EEG yang direkam selama berlangsungnya serangan. Untung diantara serangan juga dapat ditemukan kelainan–kelainan tersebut diatas, sehingga EEG diharapkan merupakan pemeriksaan yang sangat membantu dalam menentukan diagnosis epilepsi, terutama dalam kasus-kasus yang meragukan.

Sedangkan alat EEG yang berada di rumah-sakit belum menafsirkan *spike*, *sharp*, dan polifase secara otomatis, hanya secara subjektif dan hitungan manual. Maka perlu dibuat suatu program secara otomatis untuk membedakan gelombang *spike*, *sharp*, dan polifase serta membedakan gelombang EEG normal dan abnormal. Bentuk gelombang *spike*, *sharp*, *polifase* EEG epilepsi merupakan dasar dalam pendeteksian macam gejala epilepsi dan dengan pengenalan pola gelombang tersebut dapat dikembangkan ke *patterns* dan *genetic*.

Walaupun demikian, perlu diingat bahwa sejumlah kecil EEG antar serangan epilepsi tidak menunjukkan kelainan, dengan signal EEG yang diautokorelasikan kemudian FFT mungkin mampu menunjukkan eksplorasi signal yang sebelumnya tidak diketahui. Hal ini akan dikembangkan lebih lanjut.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

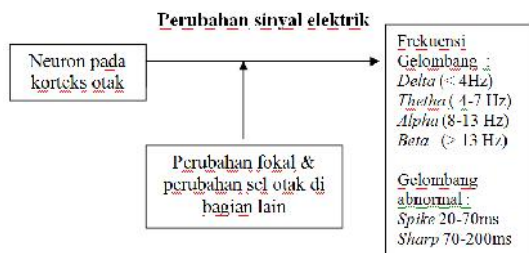
Ktonas tahun 1987 mencoba suatu format pendeteksian yang serupa dengan isyarat EEG digital. Metodanya, untuk mengatakan bahwa itu disebut sebagai *transient* yang tajam (untuk memenuhi persyaratannya sebagai “*spike*”) yang terjadi dalam waktu minimum,

Chatrian tahun 1974 sebelum terjadinya transient harus dilihat latar

belakang aktivitas. Waktu terjadinya *spike* 20 sampai 70 msec, *sharp* 70 sampai 200 msec, Polifase mempunyai lebih dari satu puncak (Hui Lim Shih, 2003, Hamid et.al, 2004, Bolviken Erik, 2004) Data yang keluar dari *Bio-logic System* sudah melalui *HF(High Filter)*, *LF(Low Filter)*, *Notch filter*, dan pengatur Sensitivitas.

## 2.1 EEG

EEG (*Electroencephalogram*) merupakan rekaman otak yang dapat melalui elektrode yang ditempatkan pada kulit kepala (Neidermeyer, 1982, Barreto A et al, 1992, Gunadarma, 2003).



Gambar 1 *Elektroensepalogram*

## 2.2 Metode *False Position* (Shoichiro, 1993)

Jika dua persamaan  $[a, f(a)]$  dan  $[c, f(c)]$  ditulis sebagai

$$y = f(a) \pm \frac{f(c) - f(a)}{c - a}(x - a)$$

$$x = a + \frac{c - a}{f(c) - f(a)}(y - f(a))$$

$$\frac{dy}{dx} = 0 \text{ maka}$$

$$b = a - \frac{c - a}{f(c) - f(a)}f(a)$$

$$b = \frac{af(c) - cf(a)}{f(c) - f(a)}$$

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Bahan Penelitian

Bahan penelitian adalah data digital EEG yang diperoleh dari *file EEG dump diagnostic* dari pasien pada program *biologic system*, dengan cara mengubah *file EEG dump* diagnostik menjadi bentuk format .txt.

### B. Menentukan gelombang EEG normal dan abnormal dengan spektrogram:

Perangkat-lunak yang digunakan untuk menentukan gelombang EEG normal dan abnormal adalah Matlab 2010 dengan spektrogram pada *Toolbox Signal Processing*. Dengan diskripsi:

$$B = \text{specgram}(a, f, fs, \text{window}, \text{numoverlap})$$

*Specgram* menghitung transformasi Fourier waktu-diskret terjendela untuk mengurangi distorsi hasilnya. Spektrogram merupakan magnitude dari fungsi ini.

$$Nfft = \min(256, \text{length}(a))$$

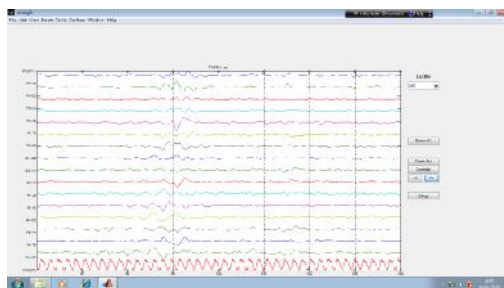
## 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian diawali dengan mengambil data digital pasien dari *Bio-logic System – Ceeograph PTI Utilities – EEG File Utility – EEG File diagnostic Program*.

Terdapat empat antarmuka yang dikembangkan sebagai modifikasi/tampilan:

#### a. Tampilan sinyal

Tampilan dalam *Bio-logic System* ada 32 *display montage Selection*, tetapi tidak semua digunakan dokter, salah satu diantaranya yang digunakan sebagai penegakan diagnosis adalah Bipolar 19 Ch, seperti Gambar dibawah ini:



Gambar 2. Bipolar 19 Ch.

Pada gambar ini diperlihatkan Bipolar 19 Ch pada sumbu-x *time elapsed* 0 sampai 379 detik, sumbu-y merupakan pengurangan dua *channel* pada data tabular yang diambil dari program *Bio-logic system*, dengan label *channel* berikut:

FP1 – FP2, F7 – F3, F3 – FZ, FZ – F4,  
F4 – F8, A1 – T3, T3 – C3, C3 – CZ, C3 –

C4, C4 – T4, T4 – A2, T5 – P3, P3 – PZ,  
PZ – P4, P4 – T8, O1 – O2, EKG.

Pada pasien '1' EEG direkam selama 6 menit 19 detik dengan data tabular berjumlah 97024. Pada perekaman 0 sampai 379 detik terlihat adanya gelombang abnormal menurut dokter neurolog berdasarkan subjektif pada *time elapsed* dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4

1. 00 : 01 : 05 sampai 00 : 01 : 09 atau detik ke 65 sampai detik ke 69 dengan data 16640 sampai 17664
2. 00 : 03 : 48 sampai 00 : 03 : 51 atau detik ke 228 sampai detik ke 231 dengan data 58368 sampai 59136
3. 00 : 04 : 16 sampai 00 : 04 : 21 atau detik ke 256 sampai detik ke 261 dengan data 65536 sampai 66816
4. 00 : 04 : 54 sampai 00 : 04 : 58 atau detik ke 294 sampai detik ke 298 dengan data 75264 sampai 76288

#### b. Tampilan sinyal dengan menggunakan spectrogram :

Tujuan estimasi spektral adalah menjelaskan distribusi power (daya) yang terkandung dalam sinyal pada *range* frekuensi tertentu, berdasarkan pada jumlah cuplikan data yang terbatas. Estimasi spektrum daya ini dapat digunakan untuk menganalisis spektrum daya sinyal EEG untuk melihat adanya gejala

ketidaknormalan yang terjadi pada aktivitas syaraf otak manusia.

Spektrum daya atas suatu proses acak stasioner  $x_n$ , secara matematis berhubungan dengan transformasi Fourier atas deret korelasinya, dalam bentuk frekuensi ternormalisasi; hubungan ini dapat dituliskan sebagai berikut:

$$S_{xx}(\tilde{S}) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} R_{xx}(m) e^{-j\tilde{S}m}$$

$S_{xx}$  adalah spektrum daya,  $R_{xx}$  adalah autokorelasi, persamaan di atas dapat dinyatakan sebagai fungsi frekuensi  $f$  (dalam satuan hertz) dengan menggunakan hubungan  $\omega = 2\pi f/fs$ , dengan  $fs$  adalah frekuensi cuplikan.

$$S_{xx}(f) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} R_{xx}(m) e^{-2\pi j f m / fs}$$

PSD atau Power Spektral Density, didefinisikan sebagai spektrum daya per frekuensi cuplik.

$$P_{xx}(\tilde{S}) = \frac{S_{xx}(\tilde{S})}{2f} \text{ dan } P_{xx}(f) = \frac{S_{xx}(f)}{fs}$$

Sinyal EEG pada manusia memiliki komponen frekuensi antara 0 - 100Hz, dengan pola gelombang yang sangat tergantung pada kondisi tertentu. Pola gelombang EEG pada orang yang sedang tidur sangat berbeda dengan pola gelombang EEG pada orang yang terjaga.

Secara umum pola gelombang EEG untuk orang normal dapat dikategorikan menjadi empat jenis pola gelombang:

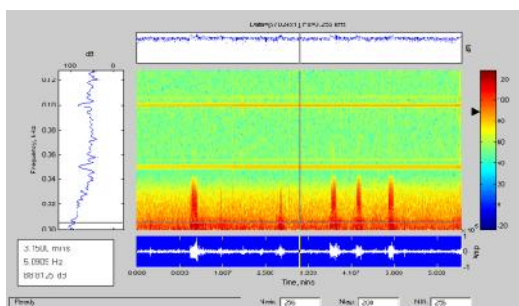
1. *Alpha*, pola gelombang EEG yang memiliki frekuensi antara 8 Hz – 13 Hz, dengan amplitude antara 20 – 200  $\mu V$ . Pola gelombang ini banyak ditemukan pada hampir semua orang normal yang berada dalam kondisi terjaga tapi dalam keadaan diam.
2. *Beta*, pola gelombang yang memiliki frekuensi antara 14 – 30 Hz, terkadang pada kondisi tertentu dapat mencapai 50 Hz.
3. *Theta*, pola gelombang yang memiliki frekuensi antara 4 – 7 Hz. Gelombang ini banyak muncul pada anak-anak, tetapi kadang muncul pada orang dewasa yang sedang dalam kondisi frustrasi.
4. *Delta*, pola gelombang yang memiliki frekuensi di bawah 3.5 Hz, terkadang hanya muncul sekali dalam waktu dua atau tiga detik. Gelombang ini terjadi pada orang yang sedang tidur lelap.

Contoh sinyal EEG dari seorang pasien bernama '1' dengan diagnosis epilepsi *petit mal*, diambil pada elektrode FP1 – FP2,

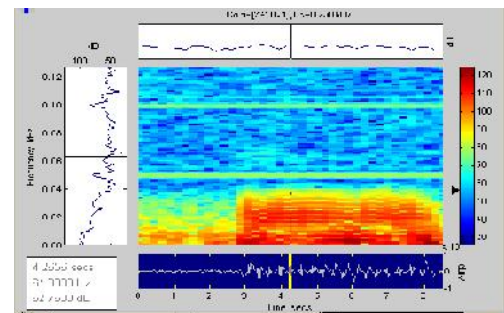
Untuk melihat spektrum daya sebuah sinyal secara lebih detail dapat

dilakukan pembagian sinyal menjadi beberapa bagian, kemudian pada tiap bagian sinyal tersebut dicari PSD-nya. Misal pada sinyal FP1-FP2 yang direkam selama 6 menit, 19 detik dengan frekuensi cuplik 256, akan dipisah menjadi beberapa bagian, dengan setiap bagiannya terdiri atas 256 cuplikan data, dengan data *overlapping* sebesar 200 data. Dengan menggunakan representasi citra 2D (*spectrogram*) hasilnya akan terlihat seperti pada Gambar 4.

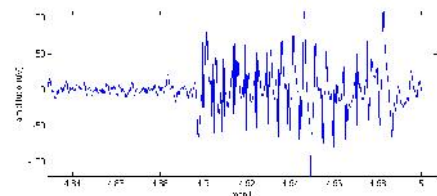
Kotak Gambar paling besar merupakan representasi spektrum daya dalam bentuk citra 2D, dengan sumbu mendatar menyatakan waktu cuplikan dan sumbu vertikal menyatakan kandungan frekuensi dengan warna yang mewakili daya tiap satuan frekuensi pada waktu tertentu. Pada Gambar tersebut terlihat, bahwa, kandungan frekuensi dengan daya yang besar terjadi antara frekuensi 0 – 30 Hz (warna merah). Pada saat muncul gejala epilepsi *petit mal* spektrum daya pada daerah frekuensi tersebut menjadi semakin tinggi (merah merata). Pada Gambar juga terlihat adanya sinyal gangguan yang muncul dari sumber daya (*power supply*) dengan frekuensi 50 Hz dan 100 Hz (pita warna orange) yang muncul di seluruh sinyal.



Gambar 3 : Spektrogram dari sinyal FP1 – FP2 yang direkam selama 379 detik.



Gambar 4 : Spektrogram dari sinyal FP1 – FP2 pada *time elapsed* 00:04:51 – 00:05:00



Gambar 5 : Detail sinyal pada *time elapsed* 00:04:51 – 00:05:00

Pada Gambar 3, terlihat adanya peningkatan daya pada daerah frekuensi antara 0 – 30Hz, saat muncul gelombang *petit mal*. Daya paling tinggi (warna HITAM) terjadi pada daerah frekuensi di bawah 6 Hz mencapai 109 dB ini terjadi pada *time elapsed* sekitar 00:03:48 – 00:03:49, di daerah ini merupakan daerah ciri khas *petit mal* yang banyak muncul

*spike* (dapat dilihat dengan *zerocrossing*), sedangkan pada ciri khas waktu 00: 01: 05 – 00:01:09 mencapai 99 dB, waktu 00 : 04 : 16 sampai 00 : 04 : 21 mencapai 100 dB, waktu 00 : 04 : 54 sampai 00 : 04 : 58 mencapai 103 dB, yang pada kondisi normal hanya 75 – 90 dB.

Pada frekuensi 20 Hz daya tertinggi mencapai 98 dB terjadi pada *time elapsed* sekitar 00:03:48 – 00:03:49, sedangkan pada ciri khas lain waktu 00: 01: 05 – 00:01:09 mencapai 90 dB, waktu 00 : 04 : 16 sampai 00 : 04 : 21 mencapai 97 dB, waktu 00 : 04 : 54 sampai 00 : 04 : 58 mencapai 98 dB, yang pada kondisi normal hanya 55-71 dB.

Pada frekuensi 30 Hz daya tertinggi mencapai 81dB terjadi pada *time elapsed* sekitar 00:03:48 – 00:03:49, sedangkan pada ciri khas lain waktu 00: 01: 05 – 00:01:09 mencapai 81 dB, waktu 00 : 04 : 16 sampai 00 : 04 : 21 mencapai 85 dB, waktu 00 : 04 : 54 sampai 00 : 04 : 58 mencapai 81 dB, yang pada kondisi normal hanya 35 -40 dB.

Pada frekuensi 50 Hz daya pada gelombang EEG *petit mal* dengan normal dan abnormal sama antara 62-63dB, di sini terlihat adanya artefak-artefak, yang tidak diinginkan. Pada Gambar 5 gelombang normal pada menit 4.83 sampai menit 4.9,

sedangkan abnormal pada menit 4,9 sampai menit 5,0.

## 5. KESIMPULAN

1. Gambaran gelombang EEG yang dihasilkan dengan alat EEG yang telah ada bisa dipandang dari aspek lain, diantaranya dengan autokorelasi dan rapat spektral daya.
2. Gambaran *spike*, *sharp*, maupun polifase, dapat dipilah lebih rinci dengan *zeroscrossing* secara otomatis dengan perangkat lunak, sehingga mungkin berbagai pengenalan pola berdasar *spike*, *sharp*, maupun polifase ini.
3. Studi bisa mengarah pada prediksi timbulnya gelombang *spike* dan *sharp* meski tak terlihat dengan rekaman EEG biasa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Neidermeyer Ernst, M.D and Fernando Lopes Da Silva, M.D, February 1982, “*Electroencephalography Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields*”, Williams and Wilkins, Baltimore USA.
- Barreto A et al., October.1993, “*Intraoperative Fokus localization System based Spatio-Temporal EcoG Analysis*”, Proc. XV Annual Intl.Conf

- of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society.
- Gunadharma Suryani, Desember 2003, *Workshop on Electroencephalography*, Padjadjaran Medical Faculty, Bandung.
- Hui Lim Shih, 2003, *“Interictal and Ictal Epileptiform Discharges”*, National Neuroscience Institute, Singapore.
- Childers D. G, 1999, *“Speech Processing and Synthesis Toolboxes”*, John Wiley & Sons, Inc, USA.
- Hassanpour Hamid, Moestefa Mesbah and Boualem Boashash, 2004, *“EEG Spike detection Using Time-Frequency Signal Analysis”*, 2004 IEEE.
- Bolviken Erik, Geir Storvik, Gutorm Hogasen and Pal G. Larsson, 2004, *“Spike detection in EEG through random line segments”*, The project has been performed at the Norwegian Computing Center supported by Royal Norwegian Council for Scientific and Industrial Research.
- Nakamura Shoichiro, 1993, *“Applied Numerical methods”*, Prentice-Hall International, Inc USA
- Oppenheim Alan V. and Ronald W. Schafer, 1994, *“Digital Signal Processing”*, Prentice Hall of India, New Delhi.
- Oppenheim Alan V. and Alan S. Willsky, 2001, *“Sinyal & Sistem”*, S. Hamid Nawab, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- P.Y. Ktonas, 1987, *“Automatic spike and sharp wave (SSW) detection,”* in *Methods of Analysis of Brain Electrical and Magnetic Signals*, A. Gevins and A. Remond, Eds., Vol.1, pp. 211-241, Elsevier, Amsterdam.
- Chatrian G. ., 1974, *“A glossary of terms most commonly used by clinical electroencephalographers”*, *Elektroenceph. And clin. Neurophysiol*, 37:538 –548.